

WACŁAW MUZYKIEWICZ

KATEDRA PRZERÓBKI PLASTYCZNEJ I METALOZNAWSTWA
METALI NIEŻELAZNYCH AGH

DZIAŁALNOŚĆ I OFERTA BADAWCZA KATEDRY W ZAKRESIE TŁOCZENIA I BADANIA BLACH

TŁOCZNICTWO – technologie i materiały – dotychczasowa działalność badawcza

W Katedrze Przeróbki Plastycznej i Metaloznawstwa Metali Nieżelaznych od ok. 20 lat istnieje **Laboratorium Kształtowania Plastycznego Wyrobów Powłokowych** (zbudowane i działające pod kierunkiem dr. W. Muzykiewicza), wyposażone m.in. we własnej konstrukcji prasę hydrauliczną podwójnego działania 2×600 kN (rys. 1), własnej konstrukcji zestawu narzędzi (tłoczniaki) do różnych operacji kształtowania blach, w tym kompletne stanowisko do tłoczenia hydromechanicznego oraz zestaw narzędzi i sprzęt do wyznaczania krzywych odkształcalności granicznej blach (granicznych krzywych tłoczności). Jest to aparatura do elektrochemicznego nanoszenia na blachę siatek pomiarowych oraz system komputerowy GPA (Grid Pattern Analyzer) amerykańskiej firmy CamSys, Inc. do analizy siatek i wyznaczania KOG (*ang.* FLD – Forming Limit Diagram).



Rys. 1. Stanowisko badawcze do kształtowania blach
– prasa hydrauliczna podwójnego działania (2×600 kN)

Szerokie możliwości badawcze daje, zakupiona w 2005 r., najnowszej generacji uniwersalna maszyna do badania blach i taśm firmy Erichsen, model 142-40 (rys. 2). Maszyna ma napęd elektro-hydrauliczny, jest wyposażona w elektroniczny system sterowania i kontroli automatycznych procedur badań oraz rejestracji danych. Umożliwia kompleksowe badania właściwości i odkształcalności blach i taśm, a także wyrobów powłokowych ze stali i metali nieżelaznych. Do podstawowych należą symulacyjne, technologiczne próby Erichsena, głębokiego ciągnięcia miseczki (Swifta), Engelhardta, Fukui oraz test rozciągania otworu (próba KWI) dla blach o grubości, zależnie od rodzaju próby, od $0,1 \div 0,2$ nawet do $5 \div 6$ mm. Możliwe jest wykonanie szeregu innych specjalnych testów materiałowych jak: kształtowanie kwadratowych wytłoczek, ciągnięcie w wysokich temperaturach (do 450°C), wykonywanie prób z dużymi prędkościami tłoczenia, ocena anizotropii blachy, testowanie smarów i powłok oraz badanie rozciągania rur. Maksymalna siła ciągnięcia wynosi 400 kN, a maksymalna siła nacisku dociskacza 220 kN.



Rys. 2. Uniwersalna maszyna do badania blach i taśm firmy Erichsen, model 142-40

Spektrum prac, prowadzonych na przestrzeni lat z zakresu technologii i materiałów do tłoczenia, kształtowania wyrobów powłokowych jest szerokie. Obejmują one:

- tradycyjne procesy cięcia i wykrawania, gięcia, tłoczenia (w szczególności: głębokiego ciągnięcia wytłoczek różnych kształtów, tłoczenia wielooperacyjnego, wywijania kołnierzy wokół otworów, wielotaktowego tłoczenia w taśmie),
- badania niekonwencjonalnych procesów kształtowania blach i cienkościennych półwyrobów (wytłaczanie w warunkach obniżonego oporu płynięcia materiału poprzez kontrolowany nacisk dociskacza lub specjalne ukształtowanie narzędzi, wytłaczanie z gradientem temperatury, aktywnymi siłami tarcia, tłoczenie hydromechaniczne *Hydromec*, elektrodynamiczne kształtowanie półwyrobów),
- badania właściwości blach i ich technologicznej podatności do tłoczenia, w szczególności badanie niekonwencjonalnych materiałów, takich jak blachy kanalikowe ze stopów aluminium, warstwowe kompozyty metaliczne (blachy bimetalowe, powlekane), blachy perforowane z różnych materiałów, czy też blachy tytanowe do zastosowań biomedycznych,
- badanie wpływu wybranych parametrów procesu wytwarzania blach i taśm (np. parametrów prostowania) na ich właściwości i tłoczność,
- badanie jakości i właściwości wytłoczek, ich ewolucji w procesie tłoczenia złożonego, wielooperacyjnego (np. w aluminiowych puszkach napojowych),
- wybrane zagadnienia mechaniki procesów tłoczenia blach,
- komputerowe wspomaganie projektowania i optymalizacja procesów oraz doboru materiału do tłoczenia; symulacja numeryczna rozkładu odkształceń, naprężeń oraz grubości blachy w różnych stanach obciążenia (w szczególności w odniesieniu do blach perforowanych),
- implementacja idei rapid tooling / rapid prototyping w procesach tłoczenia,
- kształtowanie rur (gięcie rur o różnych przekrojach, kształtowanie złączy różnego typu metodami obciskania, rozpychania, tłoczenia hydromechanicznego, wyoblania, kształtowanie w polu elektromagnetycznym),
- wyciskanie przeciwbieżne cienkościennych pojemników (typu puszka aerosolowa).

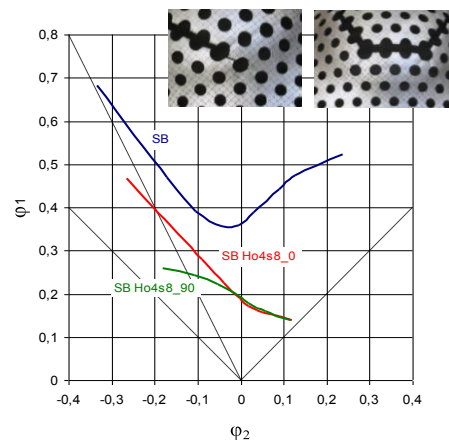
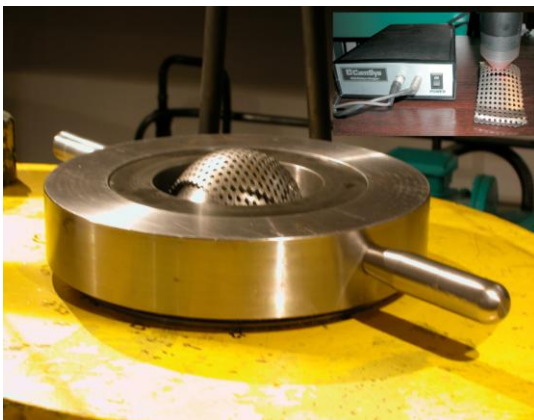
Część wymienionej tematyki badań była bądź jest realizowana we współpracy z partnerami zewnętrznymi.

Śród wymienionych podstawowych obszarów badawczych, na szczególne podkreślenie zasługują: w zakresie technologii – prace dotyczące tłoczenia hydromechanicznego, a w zakresie badania materiałów – prace dotyczące właściwości i odkształcalności blach perforowanych.

Tłoczenie hydromechaniczne, tzw. *Hydromec*, jest najbardziej wydajnym i najskuteczniejszym sposobem spośród stosowanych metod produkcji metalowych wyrobów powłokowych z wykorzystaniem cieczy. W zastosowanym w tym przypadku wariancie z wpływem cieczy pod kołnierzem wytłoczki, paletę zalet tego procesu w stosunku do innych rozwiązań *Hydromec* poszerzają lepsze warunki kształtowania blachy w części kołnierzowej wytłoczki – poprzez poprawę warunków tarcia i łagodniejsze gięcie na krawędzi ciągowej zmniejsza się opór płynięcia metalu. Najważniejsze efekty zastosowań tłoczenia hydromechanicznego sprowadzają się do redukcji liczby zabiegów kształtowania, poprzez znaczące zwiększenie dopuszczalnego stopnia odkształcenia materiału w jednym ciągu i do poprawy jakości wyrobu (większej równomierności grubości ścianki, lepszej jakości powierzchni). Metoda ta umożliwia też formowanie wytłoczek o skomplikowanych kształtach, niemożliwych lub zbyt trudnych i kosztownych do tłoczenia tradycyjnego.

Blachy perforowane, blachy z siatką otworów w płaszczyźnie, znajdują liczne zastosowania – od elektroniki, przez architekturę i budownictwo, po górnictwo. Ważną ich cechą jest układ i gęstość otworów. Najczęściej są to układy regularne, charakteryzujące się wielokrotną symetrią, a same otwory mają kształt okręgów o średnicy nie mniejszej niż grubość blachy. Specyficzne są właściwości takich materiałów. Celem podjętych przed kilkunastoma laty prac badawczych było wyznaczenie ich charakterystyk mechanicznych i parametrów technologicznych przestrzennego formowania oraz określenie wpływu rodzaju perforacji na przebieg i wartość odkształcenia blachy. Kształtowanie plastyczne, tłoczenie blach perforowanych było wtedy zagadnieniem nowym, słabo zbadanym. Pod kierunkiem dr. W. Muzykiewicza zrealizowano m.in. dwa projekty badawcze KBN na ten temat:

- Kształtowanie ażurowych wyrobów powłokowych (nr projektu: 7 S102 012 06)
- Odształcalność graniczna blach perforowanych (nr projektu: 7 T07D 008 19)



Rys. 3. Wyznaczanie krzywych odkształcalności granicznej blach perforowanych

BADANIE WŁAŚCIWOŚCI I KSZTAŁTOWANIE BLACH – oferta badawcza (tematyka w ujęciu syntetycznym)

1. Badania właściwości i odkształcalności blach, dobór blach do tłoczenia. Projektowanie i badania niekonwencjonalnych (zaawansowanych) materiałów do tłoczenia. Badania i ocena jakości wyrobów tłoczonych.
2. Projektowanie i optymalizacja tradycyjnych i niekonwencjonalnych procesów kształtowania wyrobów powłokowych – tłoczenia blach i dalszego przetwarzania cienkościennych półwyrobów, z wykorzystaniem modelowania numerycznego.

4.04.2009